



35ª Assembleia Nacional  
Belo Horizonte, 24-29 Julho 2005

# A Gestão de Risco como Novo Conceito de Controlo de Qualidade da Água para Consumo Humano

José Manuel Pereira Vieira



UNIVERSIDADE DO MINHO



# SUMÁRIO

- Água para consumo humano: uma questão de saúde pública
- Limitações do tradicional método de controlo do produto final
- A nova abordagem: Planos de Segurança da Água
- Conclusão



# SUMÁRIO

- Água para consumo humano: uma questão de saúde pública
- Limitações do tradicional método de controlo do produto final
- A nova abordagem: Planos de Segurança da Água
- Conclusão

# Água: via de transmissão de doenças



- Hipócrates (~300 B.C.)  
Ferver a água
- John Snow (1854)  
Encerramento da bomba de Broad Street
- Louis Pasteur (1863)  
Descoberta da existência de microrganismos
- Robert Cock (1883)  
Isolamento de *Vibrio cholerae*

# Ver o futuro, aprendendo com o passado





# Ameaças biológicas emergentes

- Doenças bem conhecidas que podem reemergir
- Doenças “*novas*” devido a novos métodos laboratoriais
- Novas doenças
- Mudanças em comportamento de doenças
- Mudanças em condições ambientais
- Doenças que surgem em ambientes inesperados
- Outros microrganismos aquáticos que podem emergir



# Doenças que podem reemergir

- Cólera
- Febre tifóide e paratifóide
- Shigelose





# Doenças “novas” que podem emergir

- Campilobacteriose
- Giardíase
- Cryptosporidiose
- Norovirus
- EHEC (Enterohemorrhagic *Echerichia coli*)



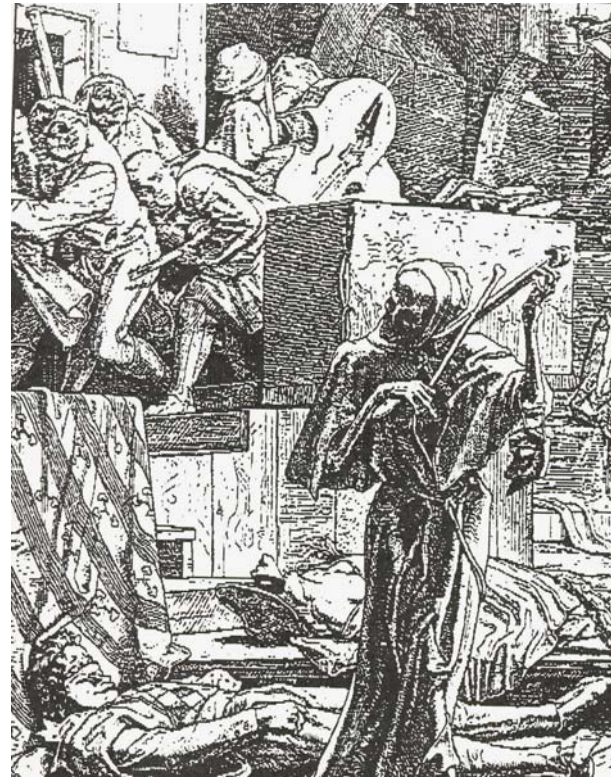
# Novas doenças

- SARS
- AIDS
- EHEC O 157 ?



# Mudanças em comportamento de doenças

- *Vibrio cholera* O139
- Tuberculose multi-resistente
- *Enterococcus faecalis*



# Mudanças em condições ambientais

- *Pseudomonas aeruginosa*
- *Legionella pneumophila*





# Outros microrganismos

- *Aeromonas hydrophila*
- ETEC (Enterotoxin prod. *E. coli*)
- EPEC (Enteropathogenic *E. coli*)
- *Yersinia enterocolitica*
- Cianobactérias
- *Vibrio spp.*
- *Pleisiomonas*
- *Helicobacter pylori*
- *Rotavirus*
- *Adenovirus*
- *Entamoeba histolytica*
- *Cyclospora cayetanensis*



# Ameaças químicas emergentes

- Resíduos farmacêuticos
- Compostos disruptores endócrinos (EDC)
- MTBE (methyl-tert.-butyl ether)
- Nitrosaminas
- Pesticidas
- Biocidas
- Toxinas algais / cianobactérias
- Produtos de higiene pessoal
- Fragrâncias
- ...

# Relevância das substâncias emergentes



## Principais fontes e vias de propagação de fármacos no ambiente aquático:





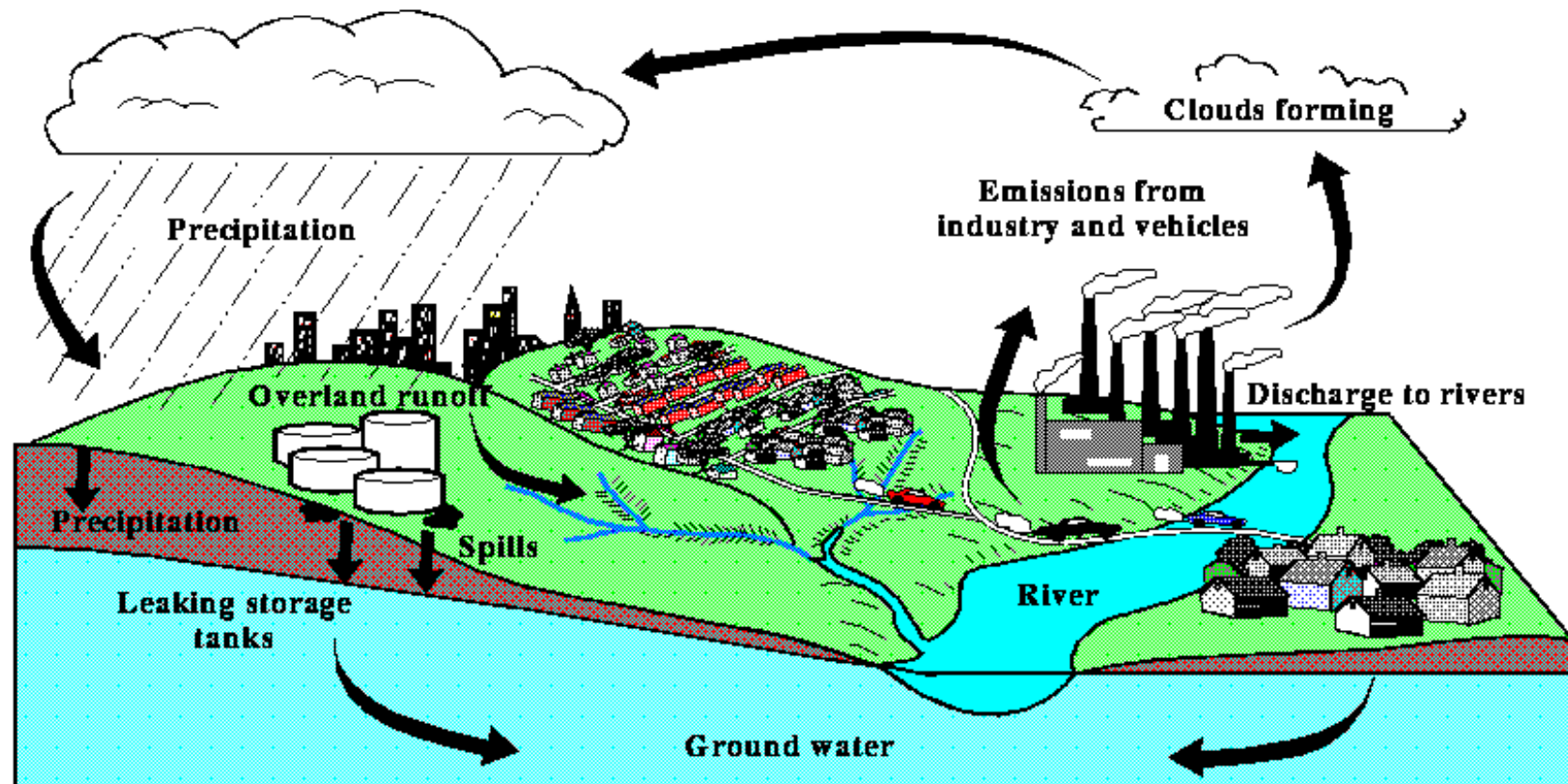


## Exemplo: EDC

Centenas de substâncias químicas classificadas de EDC ou potenciais EDC:

- Hormonas naturais (estradiol, estrone)
- Hormonas sintéticas (etinilestradiol)
- Fito-hormonas ( $\beta$ -sitosterol)
- Químicos industriais (bisfenol A, nonilfenol, ftalatos,...)
- Pesticidas (DDT, vinclozolin, linuron,...)
- Metais (chumbo, cádmio, mercúrio)

# Exemplo: MTBE (methyl-tert.-butyl ether)



<http://sd.water.usgs.gov/nawqa/pubs/factsheet/fs114.95/fact.html>



# O que há de novo com substâncias emergentes?

- Muitas delas estão presentes no ambiente há muitos anos, mas só recentemente foram identificadas
- Muitas são compostos persistentes
- O registo de ocorrências, os efeitos na saúde e o comportamento no ambiente e durante o tratamento da água são insuficientes
- Fontes: poluição difusa em vez de poluição pontual
- Muitas são produzidas e aplicadas em grandes quantidades
- Poluidor: **NÓS** (para além das indústrias químicas)



# O que é necessário?

- Mais informação (sistemática) sobre fontes, ocorrência e comportamento de **microrganismos e substâncias químicas** emergentes
- Dados de toxicologia
- Metodologias de avaliação e gestão de risco
- Estratégias/medidas para redução de níveis de concentração no ambiente
- Estratégias de remoção
- Novos conceitos a incluir em legislação para fazer face a microrganismos e substâncias químicas emergentes



# Quais as exigências do consumidor?

- A água deve ser **segura**: isenta de microrganismos (bactérias, vírus, protozoários) e de substâncias químicas que possam constituir potencial perigo para a saúde humana
- Sabor, odor e aparência agradáveis
- Disponível de forma contínua a pressão adequada
- Adequada para necessidades domésticas
- A água não deve ser agressiva para materiais de construção
- Preço socialmente aceitável



# SUMÁRIO

- Água para consumo humano: uma questão de saúde pública
- Limitações do tradicional método de controlo do produto final
- A nova abordagem: Planos de Segurança da Água
- Conclusão



# Normas de qualidade

- Focagem em teste do produto final:
  - ◆ Monitorização de conformidade, relativamente a normas paramétricas de qualidade da água, baseada em amostras tomadas a frequências mínimas especificadas



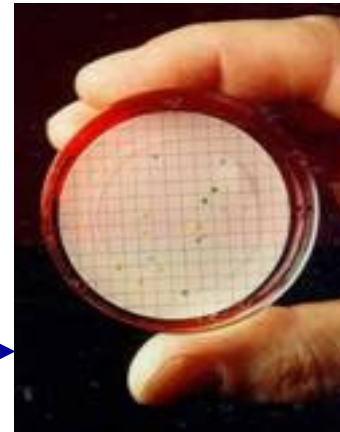


# Fiabilidade de organismos indicadores

- Correlação limitada entre patogénicos e organismos indicadores (e.g. *E. coli*)
  - ◆ Surto de Millwaukee, USA (1993) demonstrou a vulnerabilidade do tratamento “adequado”
    - 403 000 *casos de cryptosporidiose*
    - Água tratada com ausência de *E. coli*
  - ◆ Resultados negativos para organismos indicadores não significa, necessariamente, *ausência de perigos*

# Muito pouco, muito tarde

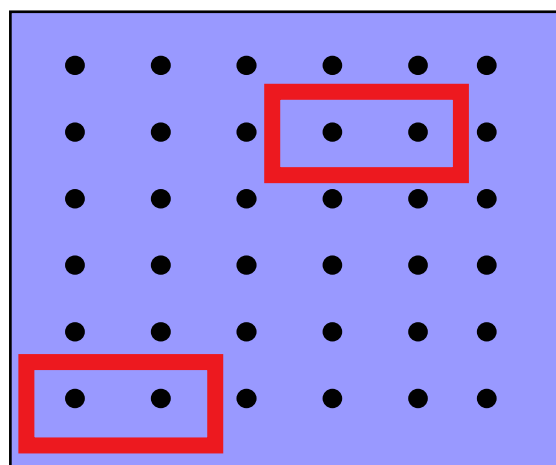
- Métodos demorados e de capacidade limitada para alerta rápido



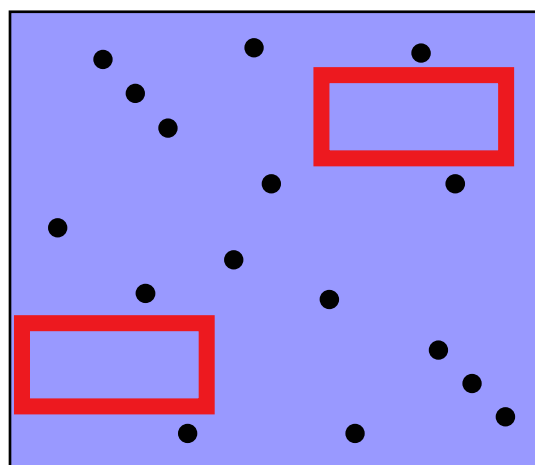
← Mínimo de 24 horas mais tarde →

# Pouca representatividade da amostragem

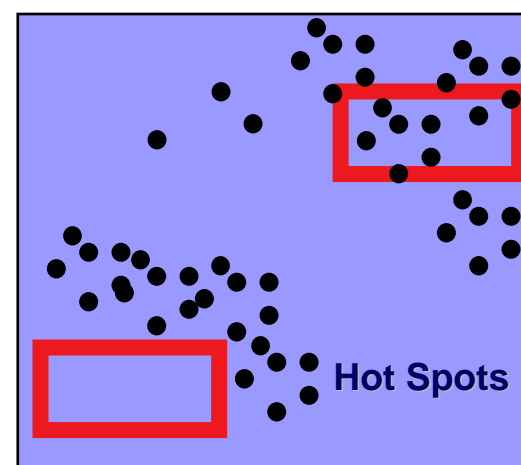
- Volumes de água analisada insignificantemente pequenos e pouco representativos estatisticamente



Regular



Aleatório

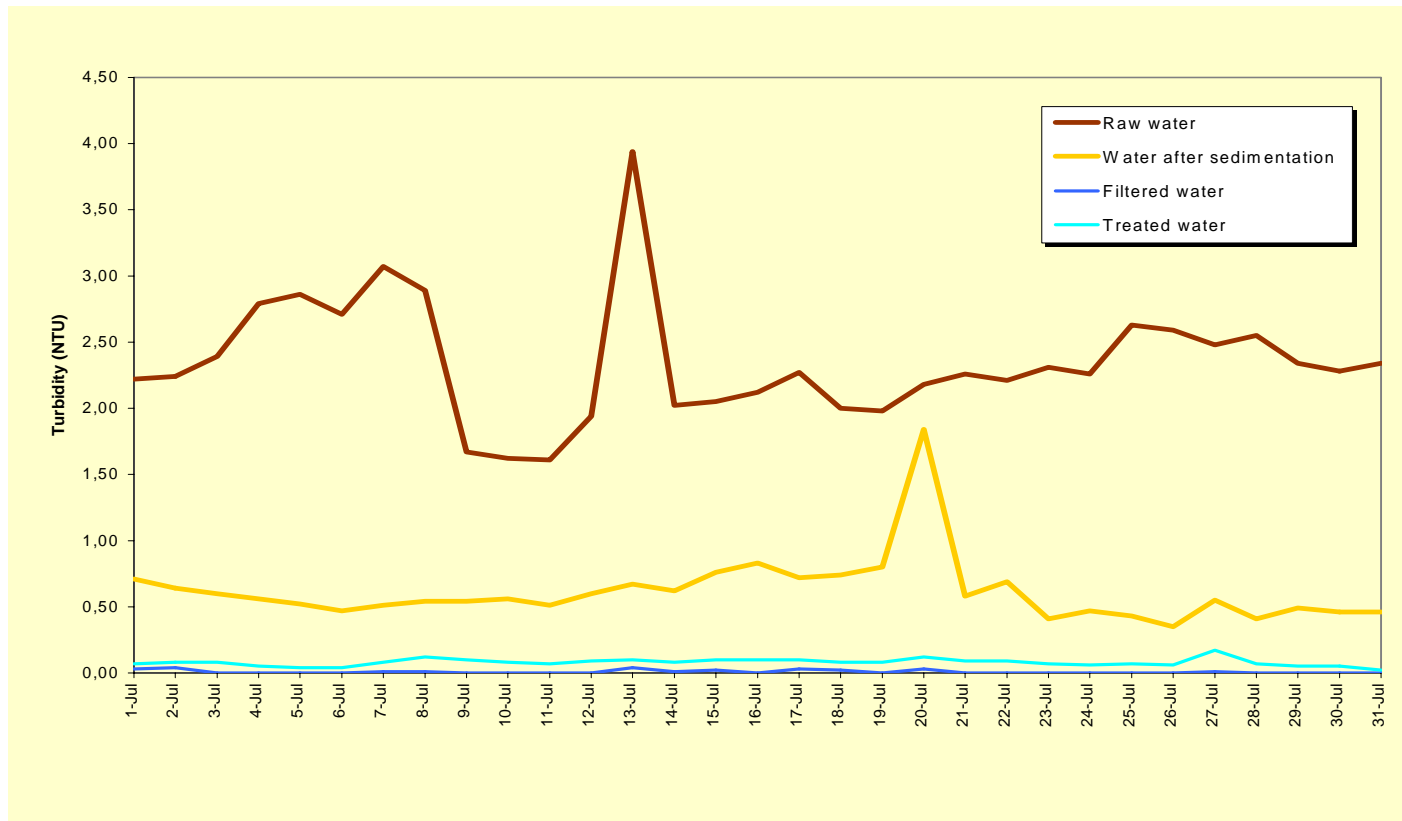


Aleatório agrupado

- Qualidade da água pode variar rápida e extensivamente
- Baixa proporção de água amostrada

# Flutuações na qualidade da água

- Capacidade limitada na detecção de flutuações de curta duração da qualidade da água





# SUMÁRIO

- Água para consumo humano: uma questão de saúde pública
- Limitações do tradicional método de controlo do produto final
- **A nova abordagem: Planos de Segurança da Água**
- Conclusão



# A nova abordagem (1/3)

## Avaliação / Gestão de risco em água para consumo

- Objectivos baseados em saúde pública
- Planos de Segurança da Água
  - Avaliação do sistema: da captação ao consumidor
  - Monitorização operacional: garantir a segurança da água
  - Planos de gestão: para condições de rotina e excepcionais
- Sistema de vigilância independente

# A nova abordagem (2/3)

## O princípio das barreiras múltiplas



Controlo de qualidade



Normas & tratamento



Sistema de distribuição



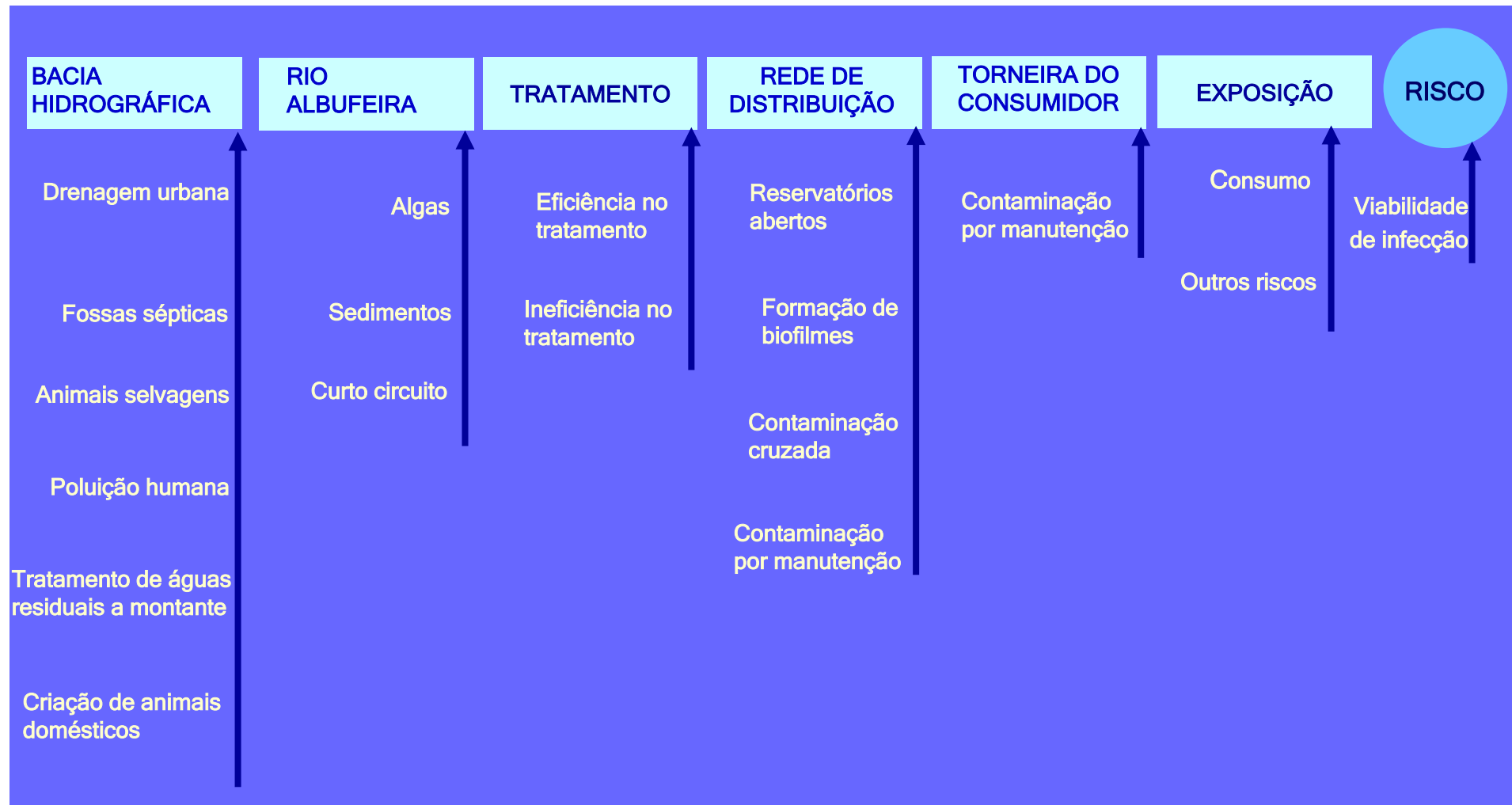
Consumidor

Sistema operacional de gestão de qualidade

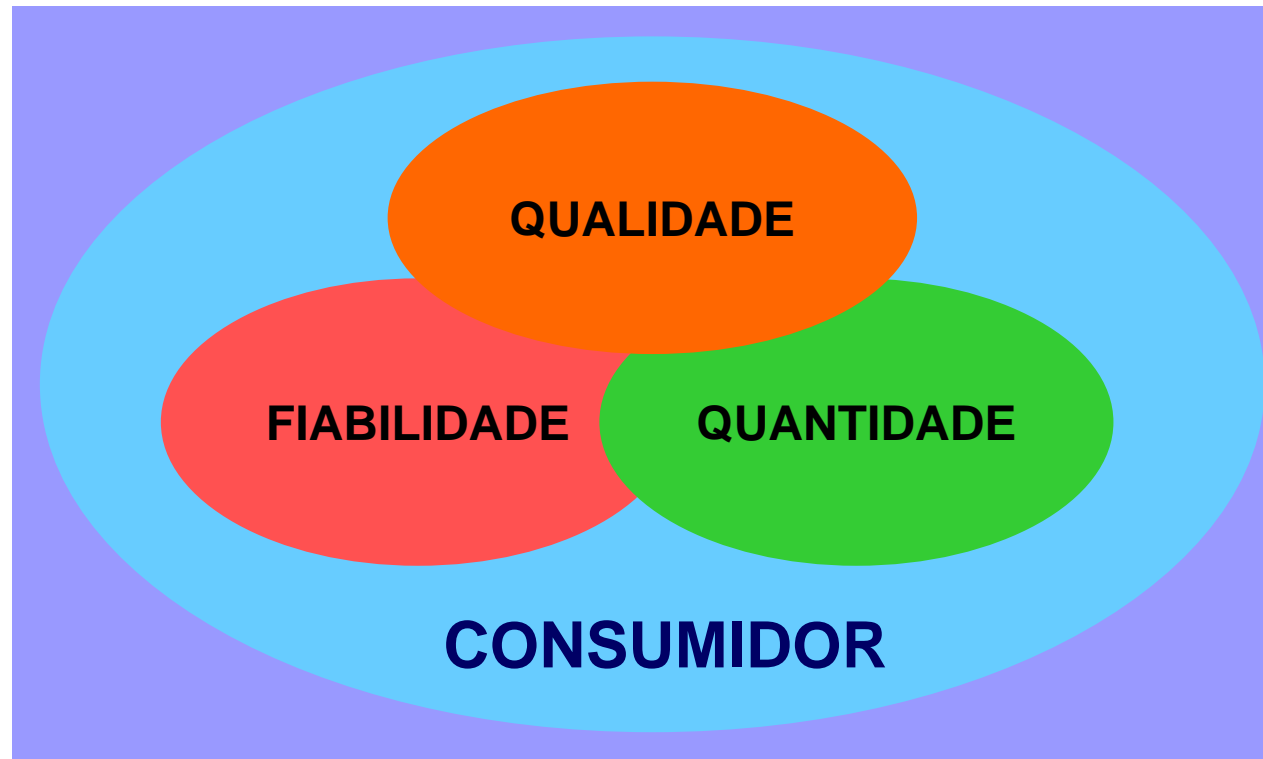


# A nova abordagem (3/3)

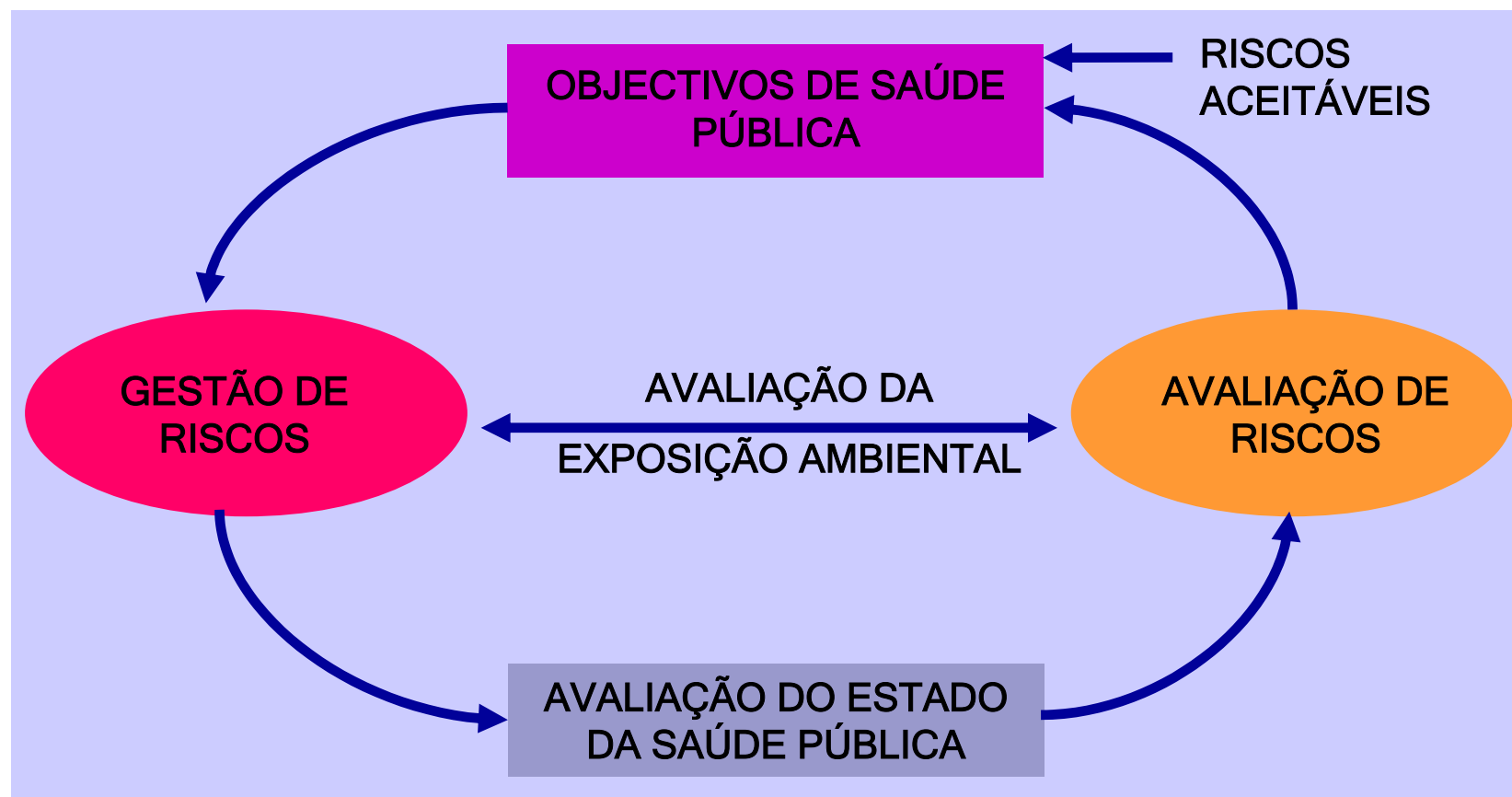
## Avaliação/Gestão de riscos da fonte ao consumidor



# Exigências do abastecimento público de água



# Objectivos de qualidade





# Perigo e risco

- Perigo

- Microrganismos, substâncias químicas ou radioactivas que podem causar doença ou tornar a água inaceitável para os consumidores
- Agente também com impacto na quantidade
- Capacidade para causar violação de Normas

- Risco

- Probabilidade de um perigo causar danos na saúde ou condições inaceitáveis para uma certa população
- Probabilidade de exposição
- Severidade das consequências
- Impacto na confiança pública



# Objectivos de saúde pública (1/2)

- Microbiológicos

- Quantificação de riscos relativos a microrganismos patogénicos define objectivos que a água para consumo deve satisfazer, de modo a proteger a saúde pública

- Químicos

- Normas baseadas em ingestão diária aceitável (IDA) ou em modelos teóricos de risco
- Risco “aceitável”



# Objectivos de saúde pública (2/2)

- Químicos

- Valores mínimos frequentemente determinados em ensaios com animais
- Aplicação de factores de incerteza deve ser transparente e justificada cientificamente
- Definição de proporção de IDA em água de consumo, reflectindo outras fontes de ingestão, pode reflectir menor fiabilidade científica



# Avaliação / Gestão de riscos

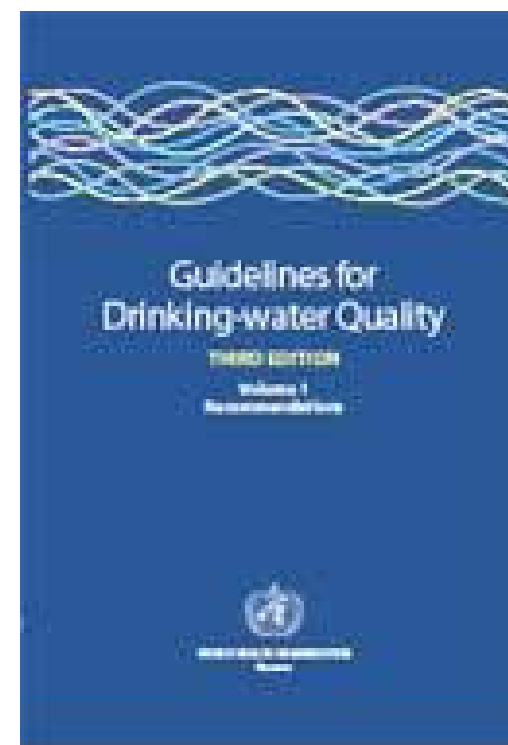
- Avaliação de riscos
  - Processo de base científica, consistindo em quatro etapas: identificação de perigos; caracterização de perigos; avaliação da exposição ambiental; e caracterização de riscos
- Gestão de riscos
  - Processo de análise de políticas de gestão alternativas, em consulta com as entidades interessadas, tendo em conta a avaliação de riscos e outros factores, seleccionando opções apropriadas para controlo e prevenção



# Recomendações internacionais (1/3)

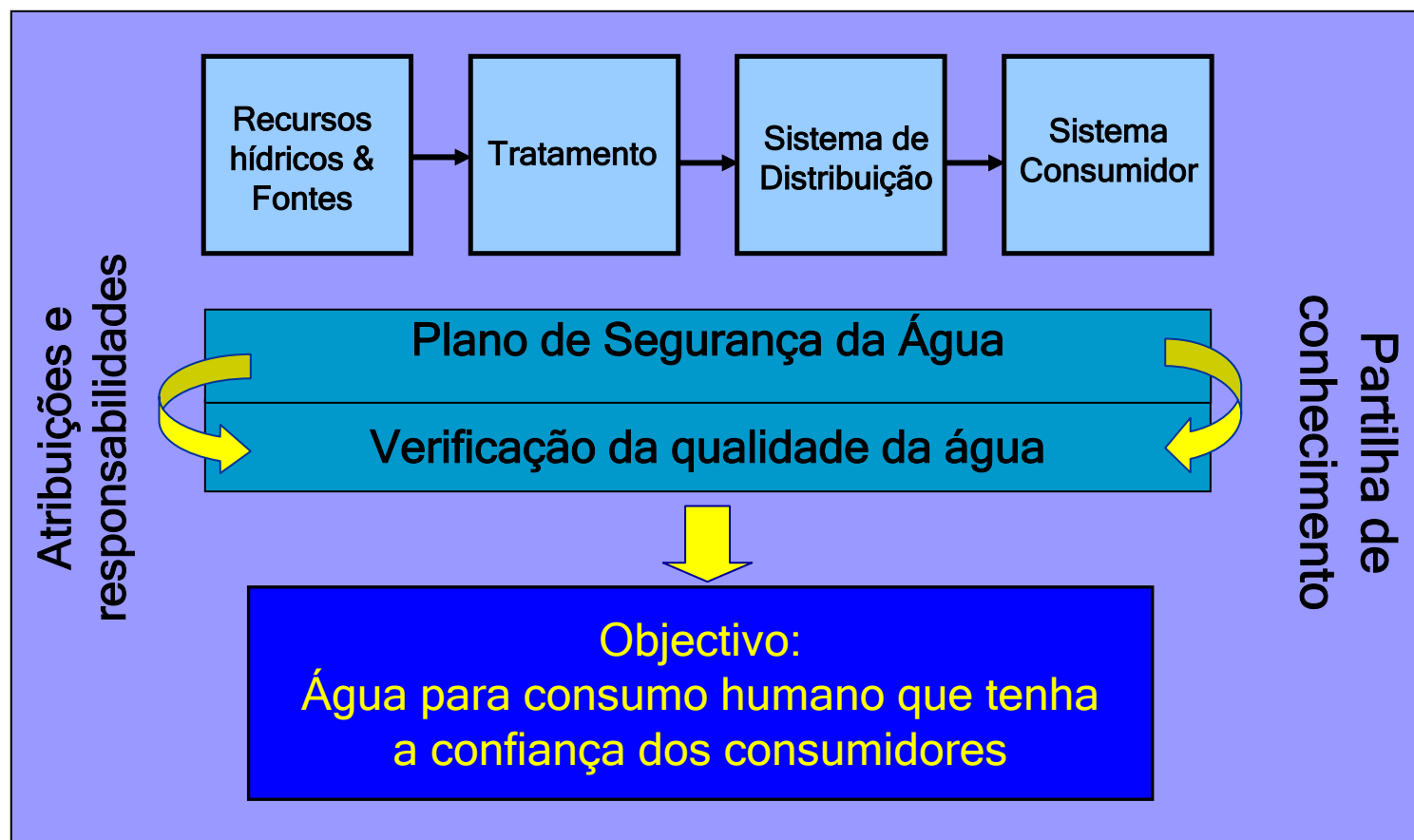
## WHO Guidelines (3<sup>rd</sup> Edition)

- Dr Kerstin Leitner, WHO Assistant Director-General
  - “uma mudança de orientação extremamente importante sob o ponto de vista de saúde pública”
  - “permitirá que a gestão da saúde pública se focalize na **prevenção** da contaminação microbiológica e química da água de abastecimento”
  - “uma mudança de paradigma na abordagem da gestão dos sistemas de abastecimento de água para consumo humano, tanto em países desenvolvidos como em países em desenvolvimento”



# Recomendações internacionais (2/3)

## The Bonn Charter Framework

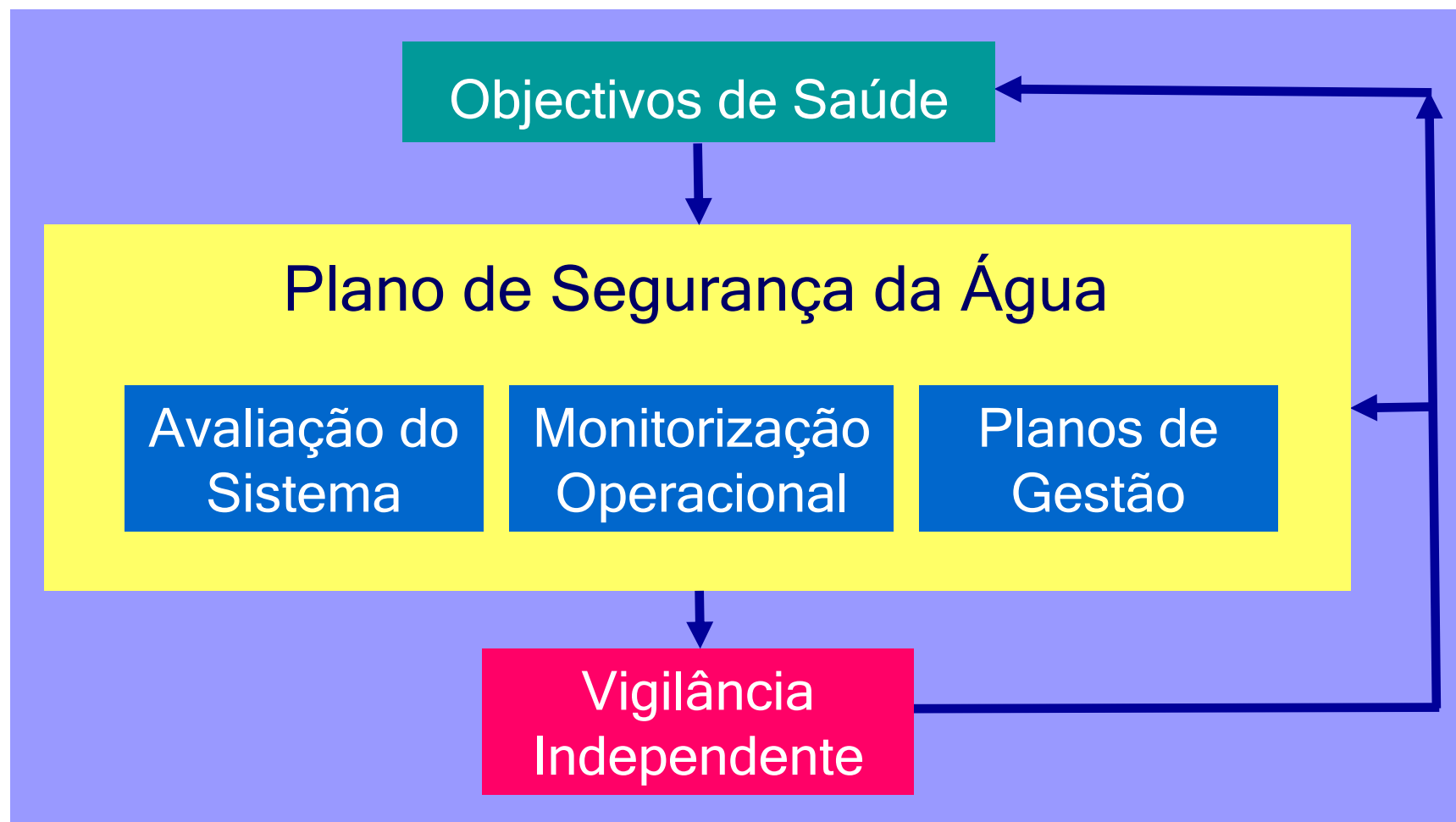


# Recomendações internacionais (3/3)

## The Drinking-Water Directive

| Item       | Antiga Legislação | Directiva 98/83/EC  | Legislação Futura  |
|------------|-------------------|---|--|
| Parâmetros | > 62 parâmetros   | 48 parâmetros<br><br>2 microbiológicos<br>26 químicos<br>20 indicadores | Menos parâmetros, novos parâmetros?<br>E sobre:<br>disruptores endócrinos,<br>protozoários, legionella,<br>nova geração de pesticidas,<br>materiais de construção,<br>etc., etc. |
| Método     |                   | Valores Máximos<br>+ aceitabilidade<br>+ sem alterações anormais        | E sobre:<br>Avaliação de risco?<br>Gestão de risco?<br>Abordagem multi-barreiras?  |

# O PSA nas recomendações da OMS





# O que é um PSA?

## Um Documento que

- Identifica e avalia riscos desde a fonte até ao consumidor
- Estabelece mecanismos de controlo
- Verifica a sua eficácia

**Boa gestão baseada em conhecimento**



# PSA - Avaliação do sistema (1/3)

*“com vista a determinar se o sistema global de abastecimento de água (até ao ponto de consumo) pode fornecer água que obedece aos requisitos de qualidade estabelecidos por imperativo legal”*

- Identificação de perigos e ameaças desde a fonte até ao consumidor
- Prevenção e redução de contaminação
- Preocupações com melhorias de desempenho do sistema



# PSA – Monitorização operacional (2/3)

*“monitorização de medidas de controlo da cadeia de abastecimento com relevância especial para assegurar a qualidade da água”*

- Monitorização de medidas de controlo
- Assegurar que as barreiras estão a funcionar
- Diferentes abordagens
  - Inspeção visual
  - Testes de qualidade
  - Procedimentos operacionais padronizados



# PSA - Planos de gestão (3/3)

*“planos de gestão que contemplem: a documentação da avaliação e monitorização do sistema; a descrição de medidas a tomar durante a operação em condições normais ou em caso de situações excepcionais; a documentação e a comunicação”*

- Avaliação do sistema
- Medidas de controlo
- Procedimentos de gestão (situações de rotina e excepcionais)
- Protocolos de comunicação
  - Interna
  - Autoridades responsáveis pela vigilância
  - Media





# Aplicabilidade dos PSA

- Sistemas grandes/complexos
  - Abordagem adequada ao sistema mas baseada em esquemas estruturados comuns
- Sistemas pequenos
  - Abordagem genérica simplificada
- Países desenvolvidos
- Países em desenvolvimento

**Diferentes abordagens  
os mesmos princípios**



# SUMÁRIO

- Água para consumo humano: uma questão de saúde pública
- Limitações do tradicional método de controlo do produto final
- A nova abordagem: Planos de Segurança da Água
- **Conclusão**



## CONCLUSÃO (1/2)

- Grande debate a nível internacional sobre a nova abordagem para a gestão da qualidade da água para consumo humano
- O conceito de PSA promove um quadro de actuação referenciado a nível internacional com metodologias bem estabelecidas
- Liderança e implementação de planos específicos só podem resultar ao nível local, atendendo às particularidades de cada sistema de abastecimento



## CONCLUSÃO (2/2)

- O sector da água de consumo enfrentará uma alteração fundamental se os consumidores não confiarem na qualidade da água que lhes é fornecida
- Na Europa, a mudança para o consumo de água engarrafada pode significar um acréscimo de despesa social de, pelo menos, € 20 biliões.

**O longo caminho a percorrer deve basear-se em cooperação técnica e científica dos vários actores**



35ª Assembleia Nacional  
Belo Horizonte  
24-29 Julho 2005

José Manuel Pereira Vieira  
[jvieira@civil.uminho.pt](mailto:jvieira@civil.uminho.pt)

Quando beberes água, lembra-te da fonte  
*Provérbio Chinês*

Obrigado pela atenção

